云　南　植　物　研　究　2008, 30 (1): 19～37
Acta Botanica Yunnanica　DOI: 10.3724/SP. J. 1143. 2008. 07084

番荔枝科植物叶的比较解剖学*

孙同兴[1]，吴　鸿[2]，李秉滔[2]
(1 盐城师范学院生命科学与技术学院，江苏 盐城　224002；2 华南农业大学生命科学学院，广东 广州　510642)

摘要：利用扫描电镜、叶表皮离析法和石蜡切片法研究了番荔枝科 93 种 2 变种植物叶片的形态结构。结果表明番荔枝科植物叶片形态结构具有较大相似性，如叶表面均具有表皮毛，表皮细胞具有晶体，气孔器为平列型，具 2～6 个副卫细胞，仅分布在远轴面，普遍具有败育气孔器，叶肉组织中普遍含有油细胞等，但表皮毛的类型，表皮细胞的形状，表皮细胞内晶体的类型和形态，叶肉组织的结构具有明显的属间和种间差异。

关键词：番荔枝科；叶形态结构；比较解剖

中图分类号：Q 944　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0253-2700 (2008) 01-019-19

Comparative Anatomy on Leaves of the Annonaceae

SUN Tong-Xing[1]，WU Hong[2]，LI Ping-Tao[2]
(1 *School of Life Science and Technology*, *Yancheng Teachers University*, Yancheng 224002, China;
2 *College of Life Science*, *South China Agricultural University*, Guangzhou 510642, China)

Abstract: The leaf form and structure of 93 species and 2 varieties of Annonaceae were comparatively studied with the help of scanning electron microscope, epidermal maceration and paraffin section method. The results showed that the anatomical feathers of the family revealed a remarkable consistency. The leaf surface of Annonaceae are covered with induments, most epidermal cells contained one crystal, the stomatal apparatus are paracytic with 2 to 6 subsidiary cells and distribute on abaxial epidermis, the arrested stomata are found in every species, and the mesophyll tissues contained oil cells. However, the pattern of trichomes, the shape of epidermal cells and the type of crytals in epidermal cells and the structures of mesophyll tissue varies obviously with species and genera.

Key words: Annonaceae; Leaf form and structure; Comparative anatomy

番荔枝科 (Annonaceae) 植物全世界有 127 属、约 2 230 余种，分布于亚洲、大洋洲、非洲和美洲的热带和亚热带地区，是世界热带植物区系的主要科之一。中国是番荔枝科植物种类较多的国家之一，有 24 属 114 种，主要分布于西南部至台湾，大部分产于华南，少数分布至华东，其中 45 种和 1 变种为我国特有 (蒋英和李秉滔, 1979)。番荔枝科植物是双子叶植物中比较原始的类群，对于研究和探讨植物的系统分类具有重要意义。1982 年开始由联合国教科文组织资助多国的植物分类学家对世界范围内的番荔枝科植物进行了多学科的系统研究 (Mass, 1984)。

有关番荔枝科植物叶片结构已有许多研究，Patel (1971) 对 20 种番荔枝科植物叶片表皮进行了比较，Bakker and Gerritsen (1992) 及 Olowokudejo (1990) 研究了番荔枝属植物叶片的形态特征。Setten and Koek-Noorman (1986) 研究了新热带地区番荔枝科 177 种植物叶片结构，并与 Heusden (1992) 一同指出叶片形态结构有助于确定番荔枝科属间的关系或某些类群的界限，尤其适用于

* 基金项目：江苏省高校自然科学基础研究项目 (06KJD180201)
收稿日期：2007-04-17，2007-07-18 接受发表
作者简介：孙同兴 (1962-) 男，博士，副教授，山东省青岛市人，从事结构植物学和演化植物学研究。

一些疑难属的分类关系（孙同兴等，2002）。本研究主要通过对中国番荔枝科植物及少数采自东南亚地区的植物叶片形态结构进行比较解剖学研究，以便为研究番荔枝科植物的起源、演化及确立一些疑难属的分类位置提供重要资料。

1　材料和方法

1.1　材料

研究材料来源及凭证标本见表1。新鲜材料取成熟叶片5枚，腊叶标本取1～2枚。

1.2　方法

1.2.1　**叶表皮制片**　将新鲜或复水后的腊叶标本叶片中部切成5 mm×5 mm小块，投入等量的30% H_2O_2 和醋酸溶液中，在60℃烘箱中放置12～24 h，取出，蒸馏水冲洗，剥离表皮，10% H_2O_2 溶液漂白5～10 min，1%甘油封片，在Motic显微镜下观察。

表1　材料来源

Table 1　Source of materials

种名 Species	采集地 Locality	凭证标本 Voucher
光叶紫玉盘 *Uvaria boniana*	广东连平 Lianping, Guangdong	陈炳辉 (B.H.Chen) 1181 (2)*
瘤果紫玉盘 *U. kweichowensis*	贵州兴义 Xingyi, Guizhou	佚名 (Anonymity) 103 (1)*
刺果紫玉盘 *U. calamistrata*	广东阳春 Yangchun, Guangdong	梁葵 (K.Liang) 69986 (1)*
紫玉盘 *U. macrophylla*	广东深圳 Shenzhen, Guangdong	孙同兴 (T.X.Sun) 20003 (1)
山椒子 *U. grandiflora*	海南尖峰岭 Jianfengling, Hainan	孙同兴 (T.X.Sun) 10614 (1)
蚁花 *Mezzettiopsis creaghii*	云南景洪 Jinghong, Yunnan	王启无 (C.W.Wang) 79735 (2)*
毛澄广花 *Orophea hirsuta*	海南崖县 Yaxian, Hainan	黄志 (Z.Huang) 34244 (2)*
澄广花 *O. hainanensis*	海南昌江 Changjiang, Hainan	符国瑗 (G.A.Fu.) 2848 (2)*
广西澄广花 *O. polycarpa*	广西 Guangxi	华南队 (South China Exped.) 80 (2)*
O. myriantha	印度尼西亚 Indonesia	A.D.E.Elmer 21000 (2)*
O. enneandra	印度尼西亚 Indonesia	E.F.de.Vogel 1819 (2)*
O. entercarpa	马来西亚 Malaysia	M.R.Henderson 22699 (2)*
O. cunmingiana	菲律宾 Philippines	佚名 (Anonymity) 20439 (2)*
O. uniflora	印度 India	C.E.Ridsdale 329 (2)*
O. hexandra	爪哇 Java	孙洪范 (H.F.Sun) 51 (2)*
中华野独活 *Miliusa sinensis*	广西田林 Tianlin, Guangxi	李中提 (Z.T.Li) 600648 (2)*
野独活 *M. balansae*	海南东方 Dongfang, Hainan	孙同兴 (T.X.Sun) 10612 (1)
大叶野独活 *M. velutina*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T.X.Sun) 200039 (1)
楔叶野独活 *M. cuneata*	海南尖峰岭 Jianfengling, Hainan	孙同兴 (T.X.Sun) 200021 (1)
囊瓣野独活 *M. prolifica*	海南尖峰岭 Jianfengling, Hainan	孙同兴 (T.X.Sun) 200011 (1)
毛叶假鹰爪 *Desmos dumosus*	广西那坡 Napo, Guangxi	华南队 (South China Exped.) 786 (2)*
大叶假鹰爪 *D. grandifolius*	云南河口 Hekou, Yunnan	宣淑洁 (S.J.Xuan) 23 (2)*
假鹰爪 *D. chinensis*	广东深圳 Shenzhen, Guangdong	孙同兴 (T.X.Sun) 200001 (1)
云南假鹰爪 *D. yunnanensis*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T.X.Sun) 200036 (1)
蒙蒿子 *Anaxagorea luzonensis*	海南乐会 Lehui, Hainan	刘心祈 (S.K.Lau) 28360 (2)*
银钩花 *Mitrephora thorelii*	海南东方 Dongfang, Hainan	孙同兴 (T.X.Sun) 200010 (1)
山蕉 *M. maingayi*	海南尖峰岭 Jianfengling, Hainan	孙同兴 (T.X.Sun) 200045 (1)
金钩花 *Pseuduvaria indochinensis*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T.X.Sun) 200040 (1)
景洪哥纳香 *Goniothalamus cheliensis*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T.X.Sun) 200025 (1)
田方骨 *G. donnaiensis*	广西龙津 Longjin, Guangxi	谭沛祥 (P.X.Tan) 57419 (2)*
哥纳香 *G. chinensis*	海南三亚 Sanya, Hainan	李泽贤 (Z.X.Li) 2773 (2)*
保亭哥纳香 *G. gabriacianus*	海南保亭 Baoting, Hainan	侯宽昭 (K.Z.Hou) 72439 (2)*
大花哥纳香 *G. griffithii*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T.X.Sun) 200056 (1)
海南哥纳香 *G. howii*	海南陵水 Lingshui, Hainan	符国瑗 (G.A.Fu) 2625 (2)*
鹿茸木 *Meiogyne kwangtungensis*	海南崖县 Yaxian, Hainan	黄志 (Z.Huang) 33693 (2)*
M. virgata	爪哇 Java	A.D.E.Elmer 21853 (2)*
钱氏木 *Chieniodendron hainanense*	海南尖峰岭 Jianfengling, Hainan	孙同兴 (T.X.Sun) 200013 (1)
细基丸 *Polyalthia cerasoides*	海南儋州 Danzhou, Hainan	孙同兴 (T.X.Sun) 20009 (1)
长叶暗罗 *P. longifolia*	海南东方 Dongfang, Hainan	孙同兴 (T.X.Sun) 200012 (1)
陵水暗罗 *P. nemoralis*	海南陵水 Lingshui, Hainan	孙同兴 (T.X.Sun) 10613 (1)
西藏暗罗 *P. chinensis*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T.X.Sun) 200037 (1)
暗罗 *P. suberosa*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T.X.Sun) 200041 (1)
沙煲暗罗 *P. consanguinea*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T.X.Sun) 200060 (1)

续表 1

种名 Species	采集地 Locality	凭证标本 Voucher
剑叶暗罗 *P. lancilimba*	广东 Guangdong	佚名 (Anonymity) 0194 (1)*
云桂暗罗 *P. petelotii*	云南河口 Hekou, Yunnan	刘伟心 (W. X. Liu) 569 (2)*
景洪暗罗 *P. cheliensis*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200057 (1)
斜脉暗罗 *P. plagioneura*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200029 (1)
疣叶暗罗 *P. verrucipes*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200026 (1)
腺叶暗罗 *P. simiarum*	海南尖峰岭 Jianfengling, Hainan	孙同兴 (T. X. Sun) 200020 (1)
多脉暗罗 *P. pingpienensis*	云南屏边 Pingbian, Yunnan	佚名 (Anonymity) 0046714 (1)*
香花暗罗 *P. rumphii*	海南昌江 Changjiang, Hainan	符国瑗 (G. A. Fu) 3899 (2)*
海南暗罗 *P. laui*	海南尖峰岭 Jianfengling, Hainan	孙同兴 (T. X. Sun) 200015 (1)
嘉陵花 *Popowia pisocarpa*	海南万宁 Wanning, Hainan	邢福武 (F. W. Xing) 6144 (2)*
石密 *Alphonsea mollis*	海南感恩 Ganen, Hainan	刘心祈 (S. K. Lau) 27778 (2)*
金平藤春 *A. boniana*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200050 (1)
藤春 *A. monogyna*	海南万宁 Wanning, Hainan	邢福武 (F. W. Xing) 5276 (2)*
海南藤春 *A. hainanensis*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200052 (1)
依兰 *Cananga odorata*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200023 (1)
小依兰 *C. odorata* var. *fruticosa*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200024 (1)
毛叶鹰爪花 *Artabotrys pilosus*	海南万宁 Wanning, Hainan	邢福武 (F. W. Xing) 5689 (2)*
鹰爪花 *A. hexapetalus*	广东天河 Tianhe, Guangdong	孙同兴 (T. X. Sun) 20005 (1)
香港鹰爪花 *A. hongkongensis*	广东深圳 Shenzhen, Guangdong	孙同兴 (T. X. Sun) 20002 (1)
香鹰爪花 *A. fragrans*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200049 (1)
点叶鹰爪花 *A. punctulatus*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200042 (1)
喙果鹰爪花 *A. rhynchocarpus*	云南屏边 Pingbian, Yunnan	毛品一 (P. Y. Mao) 3930 (2)*
狭瓣鹰爪花 *A. hainanensis*	广西那坡 Napo, Guangxi	华南队 (South China Exped.) 650 (2)*
多花鹰爪花 *A. multiflorus*	贵州荔波 Libo, Guizhou	许兆然 (Z. R. Xu) 1224 (2)*
贵州瓜馥木 *Fissistigma wallichii*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200058 (1)
阔叶瓜馥木 *F. chloroneurum*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200044 (1)
白叶瓜馥木 *F. glaucescens*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200051 (1)
香港瓜馥木 *F. uonicum*	广东始兴 Shixing, Guangdong	孙同兴 (T. X. Sun) 20008 (1)
尖叶瓜馥木 *F. acuminatissimun*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200028 (1)
排骨灵 *F. bracteolatum*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200047 (1)
大叶瓜馥木 *F. latifolium*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	云南林科所 (Yunnan Foresty Science Institute) 19934 (1)*
独山瓜馥木 *F. cavaleriei*	广西田林 Tianlin, Guangxi	张肇骞 (Z. Q. Zhang) 11008 (2)*
天堂瓜馥木 *F. tientangense*	广东罗定 Luoding, Guangdong	叶华谷 (H. G. Ye) 62138 (2)*
东方瓜馥木 *F. tungfangense*	海南琼中 Qiongzhong, Hainan	李泽贤 (Z. X. Li) 6201 (2)*
上思瓜馥木 *F. shangtzeense*	广西上思 Shangsi, Guangxi	梁葵 (K. Liang) 69051 (1)*
毛瓜馥木 *F. maclurei*	海南尖峰岭 Jianfengling, Hainan	孙同兴 (T. X. Sun) 200019 (1)
木瓣瓜馥木 *F. xylopetalum*	海南尖峰岭 Jianfengling, Hainan	孙同兴 (T. X. Sun) 10618 (1)
小萼瓜馥木 *F. minuticalyx*	云南勐海 Menghai, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200034 (1)
金果瓜馥木 *F. cupreonitens*	广西防城 Fangcheng, Guangxi	陈少卿 (S. Q. Chen) 4265 (2)*
黑风藤 *F. polyanthum*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200018 (1)
瓜馥木 *F. oldhamii*	广东始兴 Shixing, Guangdong	孙同兴 (T. X. Sun) 20007 (1)
长柄瓜馥木 *F. oldhamii* var. *longistipatum*	海南东方 Dongfang, Hainan	侯宽昭 (K. Z. Hou) 70405 (1)*
皂帽花 *Dasymaschalon trichophorum*	海南昌江 Changjiang, Hainan	梁向日 (H. Y. Liang) 66484 (2)*
喙果皂帽花 *D. rostratum*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200033 (1)
黄花皂帽花 *D. sootepense*	云南屏边 Pingbian, Yunnan	毛品一 (P. Y. Mao) 2797 (2)*
长花皂帽花 *D. longiflorum*	印度 India	曾怀德 (W. T. Tsang) 27233 (2)*
番荔枝 *Annona squamosa*	广东天河 Tianhe, Guangdong	孙同兴 (T. X. Sun) 20006 (1)
刺果番荔枝 *A. muricata*	广东天河 Tianhe, Guangdong	孙同兴 (T. X. Sun) 200014 (1)
牛心番荔枝 *A. reticulata*	云南勐腊 Mengla, Yunnan	孙同兴 (T. X. Sun) 200043 (1)
毛叶番荔枝 *A. cherimolia*	广东天河 Tianhe, Guangdong	孙同兴 (T. X. Sun) 20078 (1)
山地番荔枝 *A. montana*	海南尖峰岭 Jianfengling, Hainan	孙同兴 (T. X. Sun) 200017 (1)
阿蒂莫耶番荔枝 *A. atemoya*	广东东莞 Dongguan, Guangdong	李秉滔 (P. T. Li) 2936 (1)*

* 腊叶标本；(1)：CANT 华南农业大学林学院树木研究室标本室；(2)：IBSC 华南植物研究所标本馆

1.2.2　石蜡制片　将中部至边缘的一部分叶片，切成5 mm×5 mm小块，FAA固定，采用常规石蜡制片法，切片厚度8～10 μm，番红-固绿染色。腊叶标本先经5% NaOH水溶液60℃烘箱中复水1～6 h，清水冲洗后以同样的方法制作石蜡切片。

表皮制片和石蜡制片在LEICA DMIB显微镜下观察并照相。

1.2.3　扫描电镜制片　取新鲜或复水后的腊叶标本叶片中部部分切成5 mm×5 mm小块，10% H_2O_2 溶液漂白5～10 min，系列酒精脱水，用双面胶带粘贴在样品台上，镀膜喷金后在Philip XL-30-ESEM扫描电镜下观察并照相。

2　观察结果

2.1　扫描电镜下叶片的表面特征

扫描电镜下观察，番荔枝科植物叶表皮形态结构具有很大的相似性，所有植物叶表皮均具较厚的角质层，气孔器大多仅分布于远轴面，叶表皮均具表皮毛。但表皮细胞形状、角质层纹饰及表皮毛类型在种间或属间仍具较大的差异。

2.1.1　表皮细胞　由于叶表面具有较厚的角质层，在扫描电镜下，多数种类叶表皮细胞形状不清楚，但若表皮细胞垂周壁凸起，则使表皮细胞轮廓清晰可见。蒙蒿子、哥纳香属的田方骨、海南哥纳香、暗罗属的细基丸（图版Ⅰ：1)、藤春属的金平藤春、嘉陵花、鹰爪花属的香港鹰爪花、瓜馥木属（图版Ⅰ：4)、番荔枝属的番荔枝、牛心番荔枝、阿蒂莫耶番荔枝和毛叶番荔枝(图版Ⅰ：2)、野独活属的野独活、大叶野独活、契叶野独活（图版Ⅰ：3)、蚁花和澄广花属（图版Ⅰ：5，9)、假鹰爪属和皂帽花属的表皮细胞的垂周壁凸起、直或浅波状，而紫玉盘属的紫玉盘（图版Ⅰ：6)、瘤果紫玉盘、哥纳香属的景洪哥纳香、大花哥纳香、鹿茸木属（图版I：10)、钱氏木（图版II：1)、暗罗属的腺叶暗罗（图版I：7)、疣叶暗罗、长叶暗罗、藤春属的藤春（图版I：13)、银钩花属的山蕉（图版II：2)、依兰属等植物叶表皮细胞垂周壁凸起、深波状，有些种类表皮细胞平周壁略为突起，而在垂周壁处形成凹陷也可看清表皮细胞，但表皮细胞垂周壁通常为波状至深波状弯曲，这些种类包括中华野独活、囊瓣野独活、银钩花、金钩花、暗罗属的多脉暗罗、斜脉暗罗、云桂暗罗（图版I：11)、暗罗、西藏暗罗、嘉陵花、鹰爪花属（图版II：4)。多数种类的表皮细胞平周壁平或略凸，或由于细胞内具有晶体使细胞外平周壁凸起（图版Ⅰ：12)，而瓜馥木属近轴面表皮细胞外平周壁的中央向外突起形成明显的乳突，假鹰爪属（图版Ⅱ：7)、皂帽花（图版Ⅱ：8）黄花皂帽花、瓜馥木属植物（图版Ⅰ：4，14，图版Ⅲ，4）的远轴面表皮细胞的外平周壁中央均向外突起形成明显的乳突，且一个细胞只形成一个乳突。另外，在扫描电镜下，可见到嘉陵花、斜脉暗罗、喙果鹰爪花、刺果番荔枝（图版Ⅱ：5）和番荔枝的远轴面表皮具有油细胞分布，油细胞呈圆形。

2.1.2　气孔器　番荔枝科大部分植物的气孔器仅分布于叶片的远轴面，只有鹰爪花属的鹰爪花、暗罗属的长叶暗罗、依兰属的小依兰远、近轴面均具气孔器，但近轴面的气孔器主要分布于叶脉上方和周围区域，气孔器的密度明显小于远轴面的气孔器密度。气孔器排列不规则，与表皮细胞平或略低（图版Ⅱ：4，5)，但鹿茸木属两种（图版Ⅰ：10，图版Ⅱ：3)、野独活属（图版Ⅰ：3)、依兰属、嘉陵花、钱氏木（图版Ⅱ：1)、暗罗属的细基丸、腺叶暗罗（图版Ⅰ：7)、海南暗罗（图版Ⅱ：9)、长叶暗罗、海南藤春(图版Ⅱ：6)、澄广花属（图版Ⅰ：5，9）的气孔器却明显突出于表皮细胞。多数种类的气孔器长圆形或长椭圆形（图版Ⅰ；8，图版Ⅲ，1，2，4)，只有藤春属（图版Ⅱ：6)、银钩花属、金钩花和鹿茸木属（图版Ⅱ：3)、钱氏木（图版Ⅱ：1)、海南暗罗的气孔器极端浑圆。气孔椭圆形或长椭圆形，而嘉陵花、大花哥纳香（图版Ⅲ：2）的气孔缝状，鹿茸木属（图版Ⅰ：10）和钱氏木(图版Ⅱ：1)、契叶野独活（图版Ⅰ：3）的气孔有时被蜡质完全堵塞，保卫细胞和副卫细胞的外面具明显的气孔外拱盖，外拱盖较宽，光滑或具蜡质，鹰爪花属（图版Ⅲ：1，图版Ⅱ：4)、番荔枝属的刺果番荔枝、暗罗属的斜脉暗罗（图版Ⅲ：9)、沙煲暗罗和云桂暗罗（图版Ⅲ：5）的气孔器具内外两层拱盖，其它属的气孔器只具一层气孔外拱盖。

在扫描电镜下，紫玉盘属的紫玉盘、山椒子(图版Ⅰ：8)、哥纳香属（图版Ⅲ：2)、蒙蒿子、暗罗属的多脉暗罗、景洪暗罗、斜脉暗罗（图版Ⅲ：9)、沙煲暗罗、云桂暗罗（图版Ⅲ：5)、鹿

茸木（图版Ⅱ：3）、鹰爪花属（图版Ⅱ：4，图版Ⅲ：1）及番荔枝属的牛心番荔枝和刺果番荔枝（图版Ⅱ：5）的气孔器周围角质层纹饰呈明显的环状、深波状或辐射状结构。

2.1.3　表皮毛　扫描电镜下观察，番荔枝科所有种类叶两面均有表皮毛，表皮毛的密度、粗度和长度都因种而异，但远轴面表皮毛的密度和长度都比近轴面的大。表皮毛的基本结构为单列毛，银钩花属、金钩花、野独活属、澄广花属、假鹰爪属（图版Ⅱ：7）、皂帽花属（图版Ⅱ：8）、鹿茸木属、钱氏木、暗罗属（图版Ⅰ：1，图版Ⅲ：9）、嘉陵花、藤春属、依兰属、鹰爪花属、瓜馥木属（图版Ⅰ：4，14）的表皮毛为顶尖的单列丝状毛，偶见有 2 列丝状毛（图版Ⅰ：4），其中可以清楚地看到瓜馥木属的表皮毛为 2 细胞表皮毛（图版Ⅰ：14），番荔枝属以单列毛为主（图版Ⅰ：2，图版Ⅱ：5），有时具二列毛，刺果番荔枝也具有少量星状毛，暗罗属的香花暗罗除具有单列丝状毛以外也具有少量星状毛（图版Ⅲ：7），紫玉盘属的叶片具有单列丝状毛（图版Ⅰ：6）、二列丝状毛和由多条单列丝状毛聚集而成的星状毛（图版Ⅲ：3），但以星状毛占绝对优势，星状毛通常为 5 条以上单列丝状毛聚集而成。蒙蒿子的单列表皮毛顶端钝而呈棍棒状，哥纳香属的叶表皮除具有单列丝状毛（图版Ⅲ：6）外，还具有盾状表皮毛（图版Ⅲ：8）。

另外，在紫玉盘属的紫玉盘、山椒子、哥纳香属（图版Ⅲ：6，8）、蒙蒿子、暗罗属（图版Ⅲ：5，9）、刺果番荔枝（图版Ⅱ：5）表皮毛基部周围角质层纹饰呈明显的辐射状结构。

2.2　光镜下叶片表皮的结构

2.2.1　表皮细胞的形态　对植物叶片离析发现，番荔枝科植物叶表皮细胞等径或不规则排列。紫玉盘、暗罗属的细基丸、腺叶暗罗、剑叶暗罗、暗罗、海南暗罗、澄广花属（图版Ⅳ：1，2）、蚁花（图版Ⅳ：4）、藤春属的藤春（图版Ⅳ：3）、大叶野独活（图版Ⅳ：5）、瓜馥木属的瓜馥木、香港瓜馥木、番荔枝、假鹰爪属（图版Ⅳ：6）和皂帽花属叶片表皮细胞垂周壁直至浅波状。蒙蒿子（图版Ⅳ：7）、鹰爪花、斜脉暗罗（图版Ⅳ：8）、光滑番荔枝及瓜馥木属大部分种叶表皮细胞垂周壁波状。哥纳香属（图版Ⅳ：9）、香港鹰爪花（图版Ⅳ：10）、毛瓜馥木、上思瓜馥木、木瓣瓜馥木、刺果番荔枝、鹿茸木属、钱氏木、依兰属、嘉陵花、金钩花、银钩花属（图版Ⅳ：12）、藤春属的石密、暗罗属多脉暗罗、景洪暗罗、广西澄广花、契叶野独活（图版Ⅳ：11）、囊瓣野独活（图版Ⅳ：13）、紫玉盘属大部分叶表皮细胞垂周壁呈深波状。

有些番荔枝科植物叶两面表皮细胞形态较特殊，垂周壁在各种弯曲的同时，形成许多小的乳突，这些乳突可以伸入到相邻表皮细胞垂周壁的凹陷部位，这样可以使表皮细胞相互嵌合得更加紧密。这一现象除囊瓣野独活（图版Ⅳ：13）和假鹰爪属外，还在暗罗属、金钩花、哥纳香属、瓜馥木属、鹿茸木属、钱氏木和刺果番荔枝的表皮细胞上观察到。

另外，斜脉暗罗（图版Ⅳ：8）、嘉陵花、喙果鹰爪花、刺果番荔枝和番荔枝叶的远轴面表皮还发现具有分泌细胞存在，分泌细胞通常为圆形，而其周围的表皮细胞呈辐射式排列。

2.2.2　晶体　含有草酸钙结晶是番荔枝科植物一个主要的特征，尤其存在于叶的表皮细胞中，但晶体的类型和大小及是否存在因植物种类而异。依兰属 2 种、紫玉盘、蒙蒿子、暗罗属的多脉暗罗、鹰爪花属的香港鹰爪花、瓜馥木属的香港瓜馥木、大叶瓜馥木、天堂瓜馥木、毛瓜馥木、黑风藤的表皮细胞不具晶体或因晶体太小而看不清楚。紫玉盘属多种、哥纳香属（图版Ⅳ：9）、鹿茸木属、嘉陵花、蚁花（图版Ⅳ：4）、皂帽花属、藤春属（图版Ⅳ：3）、鹰爪花属多种、暗罗属多种、瓜馥木属多种和番荔枝属多种的表皮细胞内均具一晶簇，通常远轴面晶簇比近轴面的小，但暗罗属的两面表皮细胞内的晶簇普遍较其它属的小，而假鹰爪属近轴面的晶簇局限在一些大型异细胞内（图版Ⅳ：6），远轴面则每一细胞具一晶簇。野独活属（图版Ⅳ：5，11，13）、澄广花属（图版Ⅳ：1）、银钩花属（图版Ⅳ：12）、金钩花、钱氏木、暗罗属的长叶暗罗和瓜馥木属瓜馥木和长柄瓜馥木的表皮细胞内则具棱晶，其中银钩花属（图版Ⅳ：12）的棱晶主要分布在叶脉处的表皮细胞中。

2.2.3　气孔器　番荔枝科植物叶的气孔器排列不规则，长轴伸向各个方向，气孔器的大小和密

度因种而异。但整个科的气孔器结构极为相似，气孔器均为平列型，具2～6个副卫细胞，副卫细胞在气孔的两极不连接（图版Ⅳ：1，2，3）。此外，有许多种植物的叶片具有双气孔型（四个保卫细胞并列形成两个气孔器，中间的两个保卫细胞之间没有副卫细胞或共有一个副卫细胞），另外，几乎所有种类还具有发育不完全的气孔器(图版Ⅳ：10)。

2.2.4 表皮毛 番荔枝科植物叶表面均具有表皮毛，多数种类的表皮毛为由2-多个细胞构成的单列丝状毛，其中极个别种类还具有单细胞毛，单列丝状毛的基细胞短而木质化，顶细胞壁薄、细长而尖（图版Ⅳ：15）。澄广花属，蚁花，假鹰爪属、皂帽花属、瓜馥木属、鹰爪花属和番荔枝属的番荔枝等多数种类的表皮毛为单列2细胞丝状毛。番荔枝属的个别种具有2列丝状毛或星状毛（如刺果番荔枝等），而银钩花属、金钩花、鹿茸木属、钱氏木、暗罗属、嘉陵花、藤春属（图版Ⅳ：15）、哥纳香属、依兰属、野独活属及番荔枝属的大部分种类具有多细胞单列丝状毛，个别种类还具有2列丝状毛或由多细胞单列丝状毛聚集而成的星状毛，哥纳香属的单列毛细胞数目通常较少，为2～3个，个别种类可达5个，另外，哥纳香属的植物还同时具有盾状毛(图版Ⅳ：14)。紫玉盘属植物具有单细胞毛、单列多细胞毛、二列多细胞毛和星状毛多种类型的表皮毛，但以星状毛占绝对优势。蒙蒿子叶也具有单列多细胞毛，其基细胞也呈木质化，但顶细胞钝，因此，使表皮毛呈棍棒状（孙同兴等，2001；图版Ⅱ：8）。

2.3 番荔枝科叶的解剖结构

番荔枝科叶的结构具有极大的相似性，但又存在着明显的种间或属间差异。从叶片横切面观察，结果如下：

2.3.1 表皮 番荔枝科植物叶表皮均具有较厚的角质层，尤其哥纳香属植物较为显著（图版Ⅴ：1）。绝大数植物仅具一层表皮细胞，只有牛心番荔枝的近轴面表皮下还具一下皮层细胞，其形状较近轴面表皮细胞大，细胞壁较薄，排列不规则（图版Ⅴ：2）。表皮细胞大多为方形或长方形，少数种类的表皮细胞长是宽的1.5～2.5倍，甚至更长（图版Ⅴ：5）。番荔枝科植物叶表皮细胞的外平周壁也很特殊，所有瓜馥木属（图版Ⅴ：6）、假鹰爪属（图版Ⅴ：3）和皂帽花属多种植物叶远轴面表皮细胞的外平周壁中央均向外突起形成乳突，且一个细胞仅形成一个乳突，而哥纳香属（图版Ⅴ：1）及暗罗属少数植物叶远、近轴面表皮细胞的外平周壁均形成小的凸起和凹陷，但外面的角质层则仍然是平的，并不随着突起。气孔器同表皮细胞平或略陷（图版Ⅴ：2，14）。番荔枝科植物叶表皮均具有表皮毛，瓜馥木属（图版Ⅴ：6）、假鹰爪属（图版Ⅴ：3）和皂帽花属远轴面表皮除表皮细胞外平周壁向外突起形成乳突外也具有表皮毛，表皮毛的基部细胞较小，木质化，深陷于表皮内（图版Ⅴ：3，5，6）。另外，从横切面上也可看到沙煲暗罗（图版Ⅴ：11）、喙果鹰爪花和刺果番荔枝叶表皮中还具有分泌细胞存在，哥纳香表皮则具有多细胞构成的分泌囊（图版Ⅴ：10），而嘉陵花表皮含有分泌细胞和分泌囊两种分泌结构（图版Ⅴ：5）。

2.3.2 叶肉组织 番荔枝科植物的叶片为异面叶，叶肉组织明显分化为栅栏组织和海绵组织，通常栅栏组织细胞1～2层，个别种和属可达3层或3层以上，栅栏组织和海绵组织结构差异明显。蒙蒿子叶片的栅栏组织细胞1层，极短，不发达，叶肉组织主要由排列不规则的海绵组织构成（图版Ⅴ：17）。皂帽花属和香花暗罗（图版Ⅴ：7）靠近近轴面具有1～2层栅栏组织细胞，而靠近远轴面的叶肉也形成1层栅栏组织细胞，但该层栅栏组织细胞较短，使叶片具有等面叶的特点。假鹰爪属（图版Ⅴ：22）、蚁花、紫玉盘属（图版Ⅴ：15，16）、野独活属多种（图版Ⅴ：8）具1～2层栅栏组织细胞，依兰（图版Ⅴ：4）、暗罗属（图版Ⅴ：18，19），鹰爪花属（图版Ⅴ：20），瓜馥木属（图版Ⅴ：6）、番荔枝属刺果番荔枝的叶肉组织中具有1层以上的栅栏组织细胞，这些种类的栅栏组织中通常第1层栅栏组织细胞长圆柱形，细长，而第2、3层栅栏组织细胞可呈长圆柱形或呈短棒状，有的排列较疏散，略不规则。澄广花属（图版Ⅴ：13）、银钩花属、金钩花（图版Ⅴ：23）只具有1层栅栏组织细胞，也呈长圆柱形。而嘉陵花（图版Ⅴ：9）、鹿茸木属、钱氏木、藤春属的栅栏组织细胞1层，较短，呈哑铃状。哥纳香属植物的叶肉组

织分化也不明显，多数种的栅栏组织细胞3层或3层以上，极短或方形，较宽，排列整齐规则，有时长轴与表皮平行（图版Ⅴ：5，14）。另外，番荔枝科植物叶肉中还普遍具有大量的石细胞，石细胞的形态和分布因植物种类而异，可以分布于栅栏组织和近轴面之间而平行于表皮，也可以分布于栅栏组织中而垂直于表皮（图版Ⅴ：1，16），或平行分布于叶肉组织中（图版Ⅴ：15），紫玉盘属叶肉中的石细胞数量多，体积大，粗壮而分枝（图版Ⅴ：15，16），而哥纳香属（图版Ⅴ：1）等的石细胞数量较少，体积也较小。

番荔枝科植物叶肉组织中还普遍具有油细胞分布，由于在石蜡制片过程中，油细胞中的物质往往被提取，因此，叶片横切面中，成熟油细胞多呈圆形或椭圆形，其细胞壁染色较深，大部分种类的细胞质已完全解体，仅有一个大的空的油囊充满整个细胞腔，但有少数种类油细胞中的物质仍存在，如鹰爪花属、哥纳香属（图版Ⅴ：1，14）、藤春属。成熟油细胞的直径比周围其它类型的细胞大（图版Ⅴ：12，18，20，23），较容易识别。根据油细胞在叶片中的分布情况，可将其划分为3种主要类型：(1) 不具或很少具油细胞；(2) 油细胞主要分布在栅栏组织或均匀分布在整个叶肉组织中；(3) 油细胞主要或完全分布在海绵组织中。

(1) 不具或很少具油细胞的类型：仅依兰属2种植物不具油细胞（图版Ⅴ：4）属于这一类型。

(2) 油细胞主要分布在栅栏组织或均匀分布在整个叶肉组织中：紫玉盘属的光叶紫玉盘、瘤果紫玉盘、刺果紫玉盘、哥纳香属（图版Ⅴ：5，14）、钱氏木、蚁花、暗罗属长叶暗罗（图版Ⅴ：18）、嘉陵花、鹰爪花属（图版Ⅴ：20）、瓜馥木属的贵州瓜馥木、白叶瓜馥木、排骨灵、大叶瓜馥木、独山瓜馥木、天堂瓜馥木（图版Ⅴ：6）、上思瓜馥木、金果瓜馥木及番荔枝属（图版Ⅴ：12）等植物叶片中的油细胞分布属于这一类型。这一类型的叶肉中通常存在2层以上的栅栏组织细胞，多数种类的油细胞就分布在第2层或第3层的栅栏组织中，但番荔枝属的几种植物油细胞则主要分布在第1层的栅栏组织中（图版Ⅴ：12），喙果鹰爪花的油细胞则从靠近近轴面的栅栏组织一直分布到远轴面表皮上（图版Ⅴ：20）。

(3) 油细胞主要或完全分布在海绵组织中：金钩花（图版Ⅴ：23）、鹿茸木属、暗罗属多种（图版Ⅴ：7，19）、野独活属（图版Ⅴ：8）、澄广花属（图版Ⅴ：13）、瓜馥木属的香港瓜馥木、尖叶瓜馥木、东方瓜馥木、毛瓜馥木、木瓣瓜馥木、小萼瓜馥木、黑风藤、瓜馥木、长柄瓜馥木、假鹰爪属（图版Ⅴ：3，22）、皂帽花属、紫玉盘属的紫玉盘、山椒子、蒙蒿子（图版Ⅴ：17）、银钩花属、藤春属的金平藤春、藤春、海南藤春等植物叶片中的油细胞分布属于这一类型。这一类型的叶肉中通常仅存在1层栅栏组织细胞，大多数种类的油细胞都分布于靠近栅栏组织细胞的海绵组织中。

2.3.3 主脉　番荔枝科大部分植物叶主脉近轴面平、或略陷或略凸，但瓜馥木属（图版Ⅴ：21）和野独活属（图版Ⅵ：12）等的一些种主脉明显凹陷甚至形成V形。澄广花属植物的栅栏组织在主脉处呈连续状态（图版Ⅵ：1，10），而其他属种的栅栏组织在主脉处间断。主脉周围的薄壁组织中也具有分枝状石细胞（图版Ⅵ：5，9）和油细胞（图版Ⅵ：7，10），其中，山椒子（图版Ⅵ：6）和番荔枝（图版Ⅵ：7）主脉处的油细胞既多又大。维管组织大都呈半圆形，木质部位于近轴面，韧皮部位于远轴面，多数种的木质部和韧皮部两者之间具有形成层（图版Ⅵ：6），而野独活属的楔叶野独活（图版Ⅵ：4）、暗罗属的沙煲暗罗和暗罗的维管组织呈完整一圈。紫玉盘属多种、暗罗属、鹰爪花属（图版Ⅵ：3）、藤春属、鹿茸木属（图版Ⅵ：9）、澄广花属、皂帽花属、金钩花的主脉维管组织中的维管束之间仅具1-几个薄壁或木质化的细胞分隔，包围其外的纤维素构成的维管束鞘也呈连续状态。其中，紫玉盘属多种（图版Ⅵ：6）和鹰爪花属木质部极其发达，已完全分不清维管束之间的界限了，另外，鹰爪花属（图版Ⅵ：3）的维管束鞘也很发达，嘉陵花（图版Ⅵ：5）、哥纳香属、蒙蒿子（图版Ⅵ：2）、银钩花属、假鹰爪属（图版Ⅴ：24）、钱氏木、瓜馥木属（图版Ⅵ：11）、番荔枝属（图版Ⅵ：8）及野独活属（图版Ⅵ：12）一些种类的主脉维管组织被较宽的薄壁或木质化的细胞分隔成束状，包围其外的维管束鞘也呈束状（图版Ⅵ：4，10，11，12）。另外，

瓜馥木属的主脉结构比较特殊，所有种类均具有副维管束，即在维管组织中央靠近近轴面的薄壁组织中还具有由木质部、韧皮部和形成层构成的小维管组织，该小维管组织由一环状形成层产生，韧皮部在内方，而木质部在外方形成一环(图版Ⅴ：21，图版Ⅵ：11)。

3 讨论

番荔枝科植物的外部形态（蒋英和李秉滔，1979)、幼苗根茎过渡区维管组织的发育和过渡模式（Hayat and Canright，1968)、木材解剖特征(Vander Wyk and Canright，1956）和叶片表皮结构(Patel，1971)、种子的结构（Heijden and Bouman，1988）及番荔枝科植物体内均含有番荔枝内酯(李朝明等，1997）都显示了番荔枝科植物为一个非常自然的类群。本研究观察93种2变种植物叶片的形态结构也表明番荔枝科植物具有很大的相似性，各属间的差异较小。如番荔枝科植物叶的表皮均具有表皮毛，表皮毛的基本结构也十分相似，即除蒙蒿子以外的表皮毛均为基细胞短而木质化，顶细胞细长而尖的结构，或由多条这样单列的丝状毛聚集成为星状毛；所有植物的气孔器均为平列式，具2～6个副卫细胞，绝大多数种类的气孔器仅分布在远轴面，并且普遍具有发育不全的气孔器；多数种类表皮细胞内具有晶体；叶肉组织中具有油细胞和石细胞，主脉具有开放的维管组织等。但表皮毛的结构和类型、表皮细胞的形态，表皮细胞内晶体的类型和大小，叶肉组织的结构等特征仍存在着属间差异。

Hussin等（2000）认为紫玉盘属8种植物均具有星状毛，在Patel（1971）观察的紫玉盘、*Uvaria cordata*和*U. hemiltonii* 3种植物也均具有4条以上的单列毛构成的星状毛。本文根据观察发现，具有星状毛的主要为紫玉盘属，暗罗属和番荔枝属一些种类也具有稀疏的星状毛，哥纳香属具有单列毛和盾状毛两种类型，而其它属则仅具有单列毛。但单列毛的结构也具有属间差异，Blunden等（1973）研究了*Goniothalamus andersonii*，*G. macrophyllus*，*G. malayanus*，*G. velutinus* 4种哥纳香属植物，发现叶远、近轴面的表皮毛均为单细胞或2细胞的表皮毛，Olowokudejo（1990）的观察认为9种番荔枝属植物表皮毛均为单细胞，而Metcalfe (1987) 记载番荔枝属的表皮毛为2细胞，哥纳香属为2至3或5至6个细胞的表皮毛，而在Patel（1971）的研究中，刺果番荔枝和牛心番荔枝的表皮毛均由3个以上细胞构成。本研究观察的哥纳香属植物多数具有2～3个细胞的表皮毛，但景洪哥纳香和田方骨的丝状表皮毛明显是由多细胞构成的，而通过离析法观察的番荔枝属表皮毛结构与Olowokudejo（1990）的结果不同，番荔枝属的单列毛除番荔枝具2细胞的表皮毛外，其它种类均具多细胞的表皮毛。Mass and Westra (1984) 对蒙蒿子属20个新热带种和3个古热带种进行了细致的研究，发现蒙蒿子属具有单列毛、2～5个臂的分枝毛或星状毛，但各种类型的毛均由多细胞（3～6个）构成，顶细胞长而略宽，充满黑色的物质，分枝毛或星状毛通常由2个较小细胞构成的柄与叶表皮连接。而Metcalfe (1987) 及Setten and Koek-Noorman (1986) 也发现蒙蒿子属还具有顶细胞钝的棍棒状表皮毛类型。本研究扫描电镜和离析法观察都表明中国分布的蒙蒿子叶片表皮仅具棍棒状毛。Patel (1971) 还发现暗罗属、鹰爪花属、依兰属具有多细胞的表皮毛，本研究对这些属的观察结果与Patel（1971）的相同。此外，蚁花、澄广花属、野独活属、银钩花属、金钩花、鹿茸木属、嘉陵花、藤春属的表皮毛为多细胞单列丝状毛，而假鹰爪属、瓜馥木属、皂帽花属的表皮毛为2细胞丝状毛，其顶细胞尤其长而尖。

番荔枝科大多数植物体内含有晶体，尤其普遍存在于叶的表皮中，Hussin等（2000）认为番荔枝科植物具有的晶体具有重要的分类学意义。Blunden等（1973）观察了哥纳香属4种植物，发现其中3种的叶表皮细胞中具有晶簇，只有*Goniothalamus velutinus*中不具晶体。另外，哥纳香属的*G. gardneri*、*G. costulatus*和大花哥纳香(Patel，1971）叶的表皮细胞内也具晶簇，而本研究观察的6种哥纳香属植物也均具有晶簇。Setten and Koek-Noorman（1986）发现只有*Anaxagorea acuminata*的晶簇存在于叶脉上下表皮的细胞中，而蒙蒿子属的其它种类则缺乏晶簇。本研究观察的蒙蒿子叶表皮细胞中也不含有晶体。另外，紫玉盘属、蚁花、假鹰爪属、鹿茸木属、嘉

陵花、暗罗属的大部分种、藤春属、依兰属、鹰爪花属、瓜馥木属、皂帽花属和番荔枝属等的多数种的表皮细胞内具晶簇，而澄广花属、野独活属、银钩花属、金钩花、钱氏木、暗罗属的长叶暗罗、腺叶暗罗和海南暗罗的表皮细胞内具一棱晶。但晶体的大小和分布仍具有差异，通常远轴面的晶体小于近轴面的晶体，但暗罗属多数种两表皮细胞内晶体较小，有时看不清楚，而澄广花属两表皮细胞内的晶体均较大，在扫描电镜下就能清晰看清轮廓，假鹰爪属近轴面的晶簇仅分布在特异的球形细胞内，银钩花属的棱晶主要分布在叶脉处的上、下表皮的表皮细胞内。

Blunden 等（1973）发现哥纳香属某些种类、Hussin 等（2000）发现紫玉盘属的 *Uvaria javana*、*U. leptopoda*、*U. rufa* 和杯冠木属的 *Cyathostemma excelsum*、*C. argenteum* 的表皮细胞的外平周壁在角质层下具有明显的乳头突起。但我们观察分析，只有哥纳香属植物表皮细胞明显具有这样的结构。另外，假鹰爪属、皂帽花属的一些种类和所有瓜馥木属的种类叶远轴面表皮细胞的外平周壁中央向外突起形成一个乳突，乳突的大小和形状具有属间和种间差异。假鹰爪属和皂帽花属的乳突较小，而瓜馥木属的乳突较大，暗罗属 *Polyalthia hypoleuca* 复合群叶远轴面表皮细胞均形成乳突（Rogstad，1989），而本研究的暗罗属所有种类则不形成乳突。但是，对于乳突是否可以作为可靠的鉴别特征还存在一些争论，Bass（1970）通过对采自不同地区的植物进行研究后指出乳突的有无是一个不可靠的鉴别特征，他认为乳突的有无可随着气候或分布条件而发生变化，然而，蔡霞和胡正海（2000）对鹅掌楸属植物叶片进行观察，发现远轴面的表皮细胞都形成乳突，因此，认为表皮细胞形成乳突是由基因控制的。Metcalfe（1987）也记载了假鹰爪属、瓜馥木属中有的种类远轴面的表皮细胞形成乳突。瓜馥木属在中国是番荔枝科分布最广的属，南自海南岛北到浙江，东自福建西至云南和四川，从海拔 50 m 至 2 000 m 都有种类分布。本实验对中国分布的绝大部分瓜馥木属植物进行研究，发现瓜馥木属植物所有的种类远轴面表皮细胞都形成乳突。因而，可以肯定地认为表皮细胞的乳突这一性状完全是由遗传基因决定的，不受外界环境的影响。另外，蔡霞和胡正海（2000）根据鹅掌楸属植物远轴面的外平周壁形成乳突而不具表皮毛，认为表皮细胞形成的乳突可能代替表皮毛的功能。罗艳等（2001）认为壳斗科青冈亚属一些叶表皮的乳突可能只是毛的幼态或雏形，且认为表皮毛可以由乳突发育而来。但番荔枝科的假鹰爪属、皂帽花属和瓜馥木属等的远轴面既有乳突分布也有表皮毛分布，并且，番荔枝科植物的表皮毛基部均深陷于表皮内，而乳突则是表皮细胞外平周壁的突起形成的。可见番荔枝科的表皮毛和乳突不是同源的，或者说，乳突不应归并于表皮毛的类型（罗艳等，2001）。

番荔枝科叶片的内部结构也具有重要的分类意义（Solereder，1908；Metcalfe，1987）。Metcalfe（1987）描述蒙蒿子属的栅栏组织细胞比表皮细胞还小。蒙蒿子属是一个间断分布在新热带和古热带地区的大属，虽然两地的叶片结构具有一些差异，如 Mass and Westra（1984）观察到的亚洲种类和 *Anaxagorea silvatica* 的油细胞主要分布在海绵组织中，而其它新热带地区的种类油细胞则在栅栏组织和海绵组织中都有分布，甚至在有些种类中仅分布在栅栏组织中，新热带地区的种类除 *A. silvatica* 和 *A. prinoides* 外均具石细胞，而分布在亚洲的种类则不具石细胞，但两地分布的蒙蒿子属植物的栅栏组织都不发达，仅具 1～2 层短哑铃形的细胞。本文研究的中国分布的蒙蒿子叶肉中也仅具 1 层极不发达的栅栏组织细胞，油细胞完全分布在海绵组织中，且叶肉中不具石细胞。哥纳香属的栅栏组织细胞也不发达，极短，但栅栏组织具 2～3 层细胞，甚至更多，有时靠近近轴面的第 1 层细胞方形，而远离近轴面的细胞有时宽大于高，即长轴与表皮平行。这些结构特征与 Blunden 等（1973）研究的 4 种哥纳香属植物相同。番荔枝科植物叶内普遍具有油细胞分布（Setten and Koek-Noorman，1986；Metcalfe，1987；Bakker and Gerritsen，1992），但依兰属 2 种植物中不具或很少具油细胞。而以前的报道仅有蒙蒿子属的 *Anaxagorea borneensis* 叶中不具油细胞（Mass and Westra，1984）。Metcalfe（1987）指出鹰爪花属植物叶为近等面叶，两表面均具气孔器，叶肉中具 1～2 层栅栏组织细胞，且 *Artabotrys suaveolens* 为典型等面叶。而我们观察的鹰爪花属

8 种植物叶片，只有鹰爪花两表面均具气孔器，并且近轴面的气孔器主要分布在叶脉附近，气孔器密度比远轴面少，有 7 种植物的叶肉中具 2 层以上的栅栏组织细胞，而香港鹰爪花的栅栏组织只有 1 层细胞。虽然鹰爪花属植物海绵组织细胞的胞间隙较小，细胞内的叶绿体较丰富，但仍属海绵组织结构，细胞排列不规则，与栅栏组织细胞仍具有明显的差异，因此仍然是异面叶，前人认为鹰爪花属植物叶为近等面叶，可能是因为采集的叶片还没有充分发育成熟的原因。另外，番荔枝科大部分属或种叶片仅具 1 层栅栏组织细胞，而暗罗属、瓜馥木属的部分种类栅栏组织具有 2 层以上的栅栏组织细胞。Bakker and Gerritsen (1992) 曾观察到番荔枝属的栅栏组织细胞 2～3 层，大多数种类的圆形油细胞仅分布在海绵组织中，仅在某些种类中，椭圆形油细胞可以分布在栅栏组织中。但本研究观察的番荔枝属，仅刺果番荔枝具 2～3 层栅栏组织细胞，其余的都仅具 1 层栅栏组织细胞，且油细胞都形成大型的油细胞腔隙，分布在海绵组织和栅栏组织中。而皂帽花属 4 种植物和香花暗罗的叶肉中靠近近轴面表皮具有栅栏组织细胞，靠近远轴面表皮也具 1 层短的栅栏组织细胞，因而使叶片呈现等面叶的特征。另外，番荔枝科大多数属植物的主脉具开放的维管组织，维管组织外面的维管束鞘连续或间断。而瓜馥木属的主脉结构比较特殊，在正常维管组织中央的薄壁组织中还具有木质部、韧皮部和形成层构成的副维管组织。Metcalfe (1987) 认为暗罗属的一些种类的主脉也具有复合维管组织，而本研究中大多数暗罗属种类也具有开放式半环状的维管组织，仅有沙煲暗罗和暗罗具封闭式的维管组织，但不是 Metcalfe (1987) 记载的复合维管组织类型。

因此，根据叶表皮毛类型、表皮角质层的纹饰形态、表皮细胞内的晶体类型、叶肉中栅栏组织和海绵组织的结构特点、油细胞分布位置、主脉维管组织的结构特征编制出如下的番荔枝科分属（或种）检索表：

1．叶片表皮主要具有星状毛 ………………………………………… 紫玉盘属 *Uvaria*
1．叶片表皮主要具有单列毛 ………………………………………… 2
2．表皮毛为顶细胞钝的棍棒状毛，栅栏组织极不发达 ……………… 蒙蒿子 *Anaxagorea luzonensis*
2．表皮毛为顶端尖的丝状毛，栅栏组织极发达或较发达 …………… 3
3．叶表皮具单列丝状毛和盾状毛两种类型的表皮毛，叶肉中，栅栏组织细胞方形或长轴与表皮平行 ………………………………………… 哥纳香属 *Goniothalamus*
3．叶表皮只具单列丝状毛，叶肉中，栅栏组织细胞长轴与表皮垂直 …… 4
4．叶远轴面表皮细胞外平周壁中央向外突起形成乳突，且一个细胞只形成一个乳突 …… 5
4．叶远轴面表皮细胞外平周壁平，或略凸，不形成乳突 ……………… 7
5．叶主脉维管组织中还具有一个副维管束 …………………………… 瓜馥木属 *Fissistigma*
5．叶主脉维管组织中不具有副维管束 ……………………………… 6
6．叶片近轴面表皮具大型含晶簇细胞和正常不含晶簇细胞两种类型细胞，主脉维管组织分割成束，异面叶 ………………………………………… 假鹰爪属 *Desmos*
6．叶片近轴面表皮细胞相同，所有细胞内均具一晶簇，主脉维管组织连续，等面叶………… 皂帽花属 *Dasymaschalon*
7．表皮细胞具晶簇 ………………………………………… 8
7．表皮细胞具棱晶 ………………………………………… 15
8．叶肉中不具或很少具油细胞 ……………………………… 依兰属 *Cananga*
8．叶肉中具油细胞 ………………………………………… 9
9．表皮细胞垂周壁凸起 …………………………………… 10
9．表皮细胞垂周壁凹陷 …………………………………… 14
10．表皮细胞垂周壁直或浅波状 …………………………… 蚁花 *Mezzettiopsis creaghii*
10．表皮细胞垂周壁波状或深波状 ………………………… 11
11．气孔器浑圆，突起，有些气孔被蜡质完全堵塞，气孔器周围角质层光滑 ……… 鹿茸木属 *Meiogyne*
11．气孔器椭圆形，与表皮细胞平，无被蜡质堵塞气孔，气孔器周围角质层环状或辐射状……… 12

12．栅栏组织细胞长圆柱状，具单列毛、2 列毛或星状毛 ……………… 番荔枝属 *Annona*
12．栅栏组织细胞短，哑铃状，仅具单列毛 ……………… 13
13．表皮不具分泌囊，油细胞主要分布在海绵组织中 ……………… 藤春属 *Alphonsea*
13．表皮具分泌囊，油细胞均匀分布叶肉组织中 ……………… 嘉陵花 *Popowia pisocarpa*
14．表皮细胞内的晶簇较大，油细胞主要分布在栅栏组织中或均匀分布在整个叶肉中 ……………… 鹰爪花属 *Artabotrys*
14．多数种类表皮细胞内的晶簇较小，油细胞主要分布在海绵组织中 ……………… 暗罗属 *Polyalthia*
15．棱晶仅分布在叶脉处的表皮细胞内 ……………… 银钩花属 *Mitrephora*
15．大多数种类的棱晶分布在每一表皮细胞内 ……………… 16
16．栅栏组织细胞在叶脉处连续 ……………… 澄广花属 *Orophea*
16．栅栏组织细胞在叶脉处间断 ……………… 17
17．表皮细胞垂周壁直或波状 ……………… 野独活属 *Miliusa*
17．表皮细胞垂周壁深波状 ……………… 18
18．表皮细胞垂周壁凸起，有的气孔被蜡质完全堵塞 ……………… 钱氏木 *Chieniiodendron hainanense*
18．表皮细胞垂周壁凹陷，不具被蜡质堵塞的气孔 ……………… 金钩花 *Pseuduvaria indochinensis*

致谢　材料采集过程中得到中科院昆明植物研究所陈纪军、王惠兰研究员，中科院西双版纳热带植物园崔景云、文斌工程师，中国林科院热林所尖峰岭试验站周铁锋站长、林明献先生的热情支持和帮助，中科院华南植物园标本馆曾飞燕女士提供借阅腊叶标本的便利。

〔参　考　文　献〕

蒋英，李秉滔，1979．中国植物志，第 30 卷第 2 分册［M］．北京：科学出版社，10—175

Bakker ME，Gerritsen AF，1992．Oil and mucilage cells in *Annona*（Annonaceae）and theirsystematic significance［J］．*Blumea*，**36**（2）：411—438

Bass P，1970．Anatomical contributions to plant anatomy I．Floral and vegetative anatomy of *Eliaea* from Madagascar and *Cratoxylum* from India-Malaysia（Guttiferae）［J］．*Blumea*，**18**（2）：369—391

Blunden G，Aye Kyi，Jewers K，1973．The comparative leaf anatomy of *Goniothamus andersonii*，*G．macrophyllus*，*G．malayanus* and *G．-velutinus*［J］．*Bot J Linn Soc*，**67**：361—376

Cai X（蔡霞），Hu ZH（胡正海），2000．Comparative studies on leaf structure and oil cells of the Magnoliaceae in China［J］．*Acta Phytotax Sin*（植物分类学报），**38**（3）：218—230

Hayat MA，Canright JE，1968．The developmental anatomy of the Annonaceae．II．Well-developed seedling structure［J］．*Bot Gaz*，**129**（3）：193—205

Heijden E van，Bouman F，1988．Studies in Annonaceae．X：Seed anatomy of the *Annona* group［J］．*Bot Jahrb Syst*，**110**（1）：117—135

Heusden ECH van，1992．Flowers of Annonaceae：morphology，classification，and evolution［J］．*Blumea*，**7**（Supp1）：1—218

Hussin KH，Samah NA，Mat-Salleh K，2000．Comparative leaf anatomy of *Uvaria* Linn．，*Cyathostemma* Griff．and *Ellipeia* Hook．f．et．Thomson（Annonaceae）from Malaysia［J］．*J Trop Subtrop Bot*（热带亚热带植物学报），**8**（3）：215—224

Li CM（李朝明），Mu Q（穆青），Lu YP（吕瑜平）*et al*．，1997．Annonaceous acetogenins from stem of *Goniothalamus cheliensis*［J］．*Acta Bot Yunnan*（云南植物研究），**19**（4）：433—437

Luo Y（罗艳），Zhou ZK（周浙昆），2001．Leaf epidermis of *Quercus* subgen．*Cyclobalanopsis*（Oerst．）Schneid．（Fagaceae）［J］．*Acta Phytotax Sin*（植物分类学报），**39**（6）：489—501

Mass PJM，1984．The Annonaceae Project［J］．*Taxon*，**33**（4）：800—801

Mass PJM，Westra LYTh，1984．Studies in Annonaceae．II：A monagraph of the genus *Anaxagorea* A．St．Hil．［J］．*Bot Jahrb Syst*，**105**（1）：73—134

Metcalfe CR，1987．Anatomy of the Dicotyledons［M］，2nd ed．Oxford：Clarendon Press，**3**：34—48

Olowokudejo JD，1990．Comparative morphology of leaf epidermis in the genus *Annona*（Annonaceae）in West Africa［J］．*Phytomorphology*，**40**（3&4）：407—422

Patel RJ，1971．Epidermal structure and development of stomata in some Annonaceae［J］．*Ann Bot*，**35**：1205—1212

Rogstad SH，1989．The biosystematics and evolution of the *Polyalthia hypoleuca* complex（Annonaceae）of Malaysia．I．Systematic treatment［J］．*J Arn Arb*，**70**：153—246

Setten AK van，Koek-Noorman J，1986．Studies in Annonaceae．VI．A leaf anatomical survey of genera of Annonaceae in the Neotropics［J］．*Bot Jahrb Syst*，**108**（1）：17—50

Solereder H，1908．Systematic Anatomy of the Dicotyledons，A Handbook for Laboratories of Pure and Applied Botany［M］．Vol I．II．New Delhl：Ajay Book Service，34—39，810—811

Sun TX（孙同兴），Zhao S（赵晨），Zhuang XY（庄雪影）*et al*．，2001．Leaf epidermal structure in 10 species of Annonaceae［J］．*J Trop Subtrop Bot*（热带亚热带植物学报），**9**（3）：194—200

Sun TX（孙同兴），Wu H（吴鸿），Chen XF（陈新芳）*et al*．，2002．Comparative anatomy on leaves of *Mezzettiopsis* and *Orophea*（Annonaceae）［J］．*Acta Bot Yunnan*（云南植物研究），**24**（6）：743—753

Vander Wyk RW，Canright JE，1956．The anatomy and relationships of the Annonaceae［J］．*Trop Woods*，**104**：1—24

图版说明

图版Ⅰ：叶片扫描电镜照片 1.细基丸远轴面，示表皮细胞垂周壁凸起和表皮毛（200×）；2.毛叶番荔枝远轴面，示表皮细胞垂周壁凸起和表皮毛（400×）；3.楔叶野独活远轴面，示表皮细胞垂周壁凸起和气孔器（800×）；4.上思瓜馥木远轴面，示表皮细胞垂周壁凸起、表皮毛和乳突（400×）；5.澄广花远轴面，示表皮细胞垂周壁凸起和气孔器（800×）；6.紫玉盘近轴面，示表皮细胞垂周壁凸起和表皮毛（300×）；7.腺叶暗罗远轴面，示表皮细胞垂周壁凸起和气孔器（800×）；8.山椒子远轴面，示气孔器和角质层纹饰（1600×）；9.*Orophea enneandra* 远轴面，示表皮细胞垂周壁凸起和气孔器（800×）；10.*Meiogyne virgata* 远轴面，示表皮细胞垂周壁凸起和气孔器（1000×）；11.云桂暗罗近轴面，示表皮细胞垂周壁处凹陷（1000×）；12.*Orophea cunmingiana* 远轴面，示表皮细胞平周壁凸起和细胞内晶体（1000×）；13.藤春远轴面，示表皮细胞垂周壁凸起和气孔器（800×）；14.香港瓜馥木远轴面，示表皮毛和表皮细胞平周壁凸起形成乳突（800×）。

图版Ⅱ：叶片扫描电镜照片 1.钱氏木远轴面，示表皮细胞垂周壁凸起和气孔器（1600×）；2.山蕉远轴面，示表皮细胞垂周壁凸起和气孔器（800×）；3.鹿茸木远轴面，示气孔器（2000×）；4.香鹰爪花远轴面，示表皮细胞和气孔器（800×）；5.刺果番荔枝远轴面，示表皮毛、气孔器和油细胞（箭头）(400×)；6.海南藤春远轴面，示气孔器（800×）；7.毛叶假鹰爪远轴面，示表皮毛和表皮细胞平周壁凸起形成乳突（200×）；8.皂帽花远轴面，示表皮毛和表皮细胞平周壁凸起形成乳突(300×)；9.海南暗罗远轴面，示气孔器（800×）。

图版Ⅲ：叶片扫描电镜照片 1.香港鹰爪花远轴面，示气孔器(400×)；2.大花哥纳香远轴面，示气孔器和角质层纹饰（2000×）；3.瘤果紫玉盘远轴面，示表皮毛（300×）；4.黑风藤远轴面，示气孔器和乳突（3000×）；5.云桂暗罗远轴面，示表皮毛和气孔器（400×）；6.田方骨远轴面，示表皮毛（400×）；7.香花暗罗远轴面，示表皮毛（400×）；8.大花哥纳香远轴面，示盾状表皮毛（1600×）；9.斜脉暗罗远轴面，示表皮毛和气孔器（800×）。

图版Ⅳ：叶片表皮制片 1.*Orophea myriantha* 远轴面，示细胞内晶体和表皮细胞垂周壁直（200×）；2.*O. uniflora* 远轴面，示表皮细胞垂周壁直（200×）；3.藤春远轴面，示细胞内晶体和表皮细胞垂周壁直（200×）；4.蚁花近轴面，示细胞内晶体和表皮细胞垂周壁直（80×）；5.大叶野独活近轴面，示细胞内晶体和表皮细胞垂周壁直（80×）；6.假鹰爪近轴面，示异细胞内晶体和表皮细胞垂周壁浅波状（100×）；7.蒙蒿子远轴面，示表皮细胞垂周壁波状（100×）；8.斜脉暗罗远轴面，示油细胞(箭头）和表皮细胞垂周壁波状（100×）；9.景洪哥纳香近轴面，示细胞内晶体和表皮细胞垂周壁深波状（200×）；10.香港鹰爪花远轴面，示败育气孔器和表皮细胞垂周壁深波状（140×）；11.楔叶野独活近轴面，示细胞内晶体和表皮细胞垂周壁深波状（100×）；12.银钩花近轴面，示表皮细胞垂周壁深波状和叶脉处表皮细胞内晶体（200×）；13.囊瓣野独活近轴面，示细胞内晶体和表皮细胞垂周壁深波状（100×）；14.大花哥纳香远轴面，示盾状表皮毛（箭头）(140×)；15.石密远轴面，示单列多细胞表皮毛（40×)。

图版Ⅴ：叶片和主脉横切面，示叶内部结构和主脉维管组织结构 1.保亭哥纳香（120×）；2.牛心番荔枝（60×）；3.毛叶假鹰爪（60×）；4.依兰（40×）；5.田方骨（40×）；6.天堂瓜馥木（40×）；7.香花暗罗（40×）；8.中华野独活（50×）；9.嘉陵花（40×）；10.哥纳香（40×）；11.沙煲暗罗（箭头示油细胞）(50×)；12.番荔枝（50×）；13.*Orophea entercarpa*（50×）；14.大花哥纳香（60×）；15.瘤果紫玉盘（40×）；16.山椒子（40×）；17.蒙蒿子（50×）；18.长叶暗罗（40×）；19.暗罗（50×）；20.喙果鹰爪花（50×）；21.东方瓜馥木（30×）；22.假鹰爪（50×）；23.金钩花（50×）；24.毛叶假鹰爪(40×)。

图版Ⅵ：主脉横切面示维管组织结构（40×） 1.毛澄广花；2.蒙蒿子；3.喙果鹰爪花；4.楔叶野独活；5.嘉陵花；6.山椒子；7.番荔枝；8.毛叶番荔枝；9.*Meiogyne virgata*；10.澄广花；11.独山瓜馥木；12.大叶野独活。

Explanation of Plates

Plate Ⅰ: Scanning electron microscopic photographs of leaves 1. Abaxial epidermis of *Polyalthia cerasoides*, showing the protrusion of anticlinal walls of cells and trichome (200×), 2. Abaxial epidermis of *Annona cherimolia*, showing the protrusion of anticlinal walls of cells and trichomes (400×), 3. Abaxial epidermis of *Miliusa cuneata*, showing the protrusion of anticlinal walls of cells and stomatal apparatus (800×), 4. Abaxial epidermis of *Fissistigma shangtzeense*, showing the protrusion of anticlinal walls of cells, trichomes and papillae (400×), 5. Abaxial epidermis of *Orophea hainanensis*, showing the protrusion of anticlinal walls of cells and stomatal apparatus (800×), 6. Adaxial epidermis of *Uvaria macrophylla*, showing the protrusion of anticlinal walls of cells and trichome (300×), 7. Abaxial epidermis of *Polyalthia simiarum*, showing the protrusion of anticlinal walls of cells and stomatal apparatus (800×), 8. Abaxial epidermis of *Uvaria grandiflora*, showing stomatal apparatus with radical cuticle (1600×), 9. Abaxial epidermis of *Orophea enneandra*, showing the protrusion of anticlinal walls of cells and stomatal apparatus (800×), 10. Abaxial epidermis of *Meiogyne virgata*, showing the protrusion of anticlinal walls of cells and stomatal apparatus (1000×), 11. Adaxial epidermis of *Polyalthia petelotii*, showing the concave of anticlinal walls of cells (1000×), 12. Abaxial epidermis of *Orophea cunmingiana*, showing the protrusion of periclinal walls of cells and rhombic crystal in epidermal cell (1000×), 13. Abaxial epidermis of *Alphonsea monogyna*, showing the protrusion of anticlinal walls of cells and stomatal apparatus (800×), 14. Abaxial epidermis of *Fissistigma uonicum*, showing trichomes and papillae (800×).

Plate Ⅱ: Scanning electron microscopic photographs of leaves 1. Abaxial epidermis of *Chieniodendron hainanense*, showing the protrusion of anticlinal walls of cells and stomatal apparatus (1600×), 2. Abaxial epidermis

of *Mitrephora maingayi*, showing the protrusion of anticlinal walls of cells and stomatal apparatus (800×), 3. Abaxial epidermis of *Meiogyne kwangtungensis*, showing stomatal apparatus (2000×), 4. Abaxial epidermis of *Artabotrys fragrans*, showing the the epidermal cells and stomatal apparatus (800×), 5. Abaxial epidermis of *Annona muricata*, showing the trichome, stomatal apparatus and oil cells (arrowed) (400×), 6. Abaxial epidermis of *Alphonsea hainanensis*, showing stomatal apparatus (800×), 7. Abaxial epidermis of *Desmos dumosus*, showing trichomes and papillae (200×), 8. Abaxial epidermis of *Dasymaschalon trichophorum*, showing trichomes and papillae (300×), 9. Abaxial epidermis of *Polyalthia laui*, showing stomatal apparatus (800×).

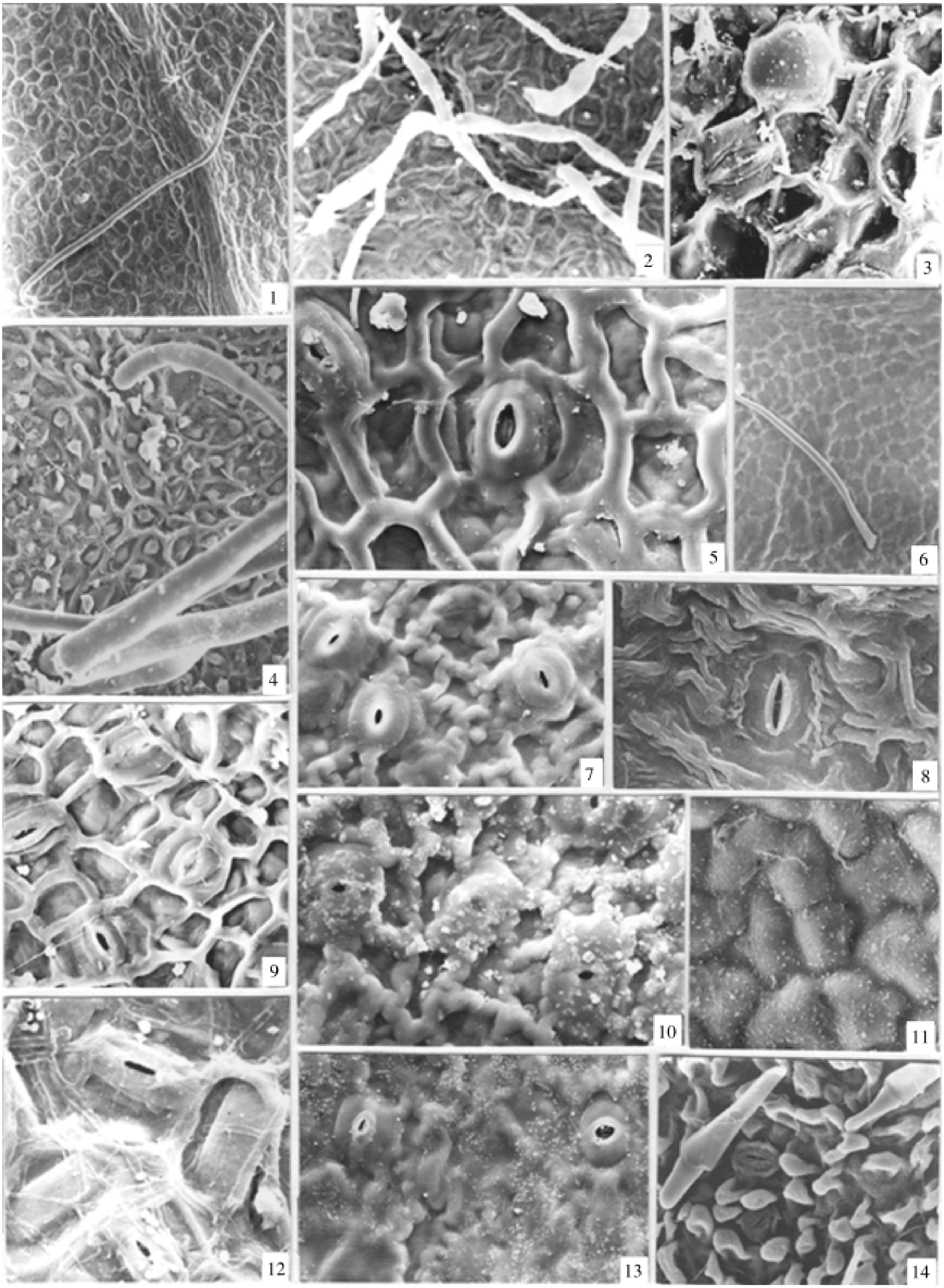
Plate Ⅲ: Scanning electron microscopic photographs of leaves 1. Abaxial epidermis of *Artabotrys hongkongensis*, showing stomatal apparatus (400×), 2. Abaxial epidermis of *Goniothalamus griffithii*, showing stomatal apparatus with radical cuticle (2000×), 3. Abaxial epidermis of *Uvaria kweichowensis*, showing trichomes (300×), 4. Abaxial epidermis of *Fissistigma polyanthum*, showing stomatal apparatus and papillae (3000×), 5. Abaxial epidermis of *Polyalthia petelotii*, showing the trichome and stomatal apparatus (400×), 6. Abaxial epidermis of *Goniothalamus donnaiensis*, showing trichomes (400×), 7. Abaxial epidermis of *Polyalthia rumphii*, showing trichomes (400×), 8. Abaxial epidermis of *Goniothalamus griffithii*, showing peltate hair (1600×), 9. Abaxial epidermis of *Polyalthia plagioneura*, showing trichome and stomatal apparatus (800×).

Plate Ⅳ: Epidermal peels of leaves 1. Abaxial epidermis of *Orophea myriantha*, showing the straight anticlinal walls and the crystals in the epidermal cells (200×); 2. Abaxial epidermis of *O. uniflora*, showing the straight anticlinal walls of epidermal cells (200×); 3. Abaxial epidermis of *Alphonsea monogyna*, showing the straight anticlinal walls and the crystals in the epidermal cells (200×); 4. Adaxial epidermis of *Mezzettiopsis creaghii*, showing the straight anticlinal walls and the crystals in the epidermal cells (80×); 5. Adaxial epidermis of *Miliusa velutina*, showing the straight anticlinal walls and the crystals in the epidermal cells (80×); 6. Adaxial epidermis of *Desmos chinensis*, showing the sinuolate anticlinal walls and the crystals in some epidermal cells (100×); 7. Abaxial epidermis of *Anaxagorea luzonensis*, showing the undulate anticlinal walls of epidermal cells (100×); 8. Abaxial epidermis of *Polyalthia plagioneura*, showing oil cells (arrowed) and the undulate anticlinal walls of epidermal cells (100×); 9. Adaxial epidermis of *Goniothalamus cheliensis*, showing the sinuate anticlinal walls and the crystals in the epidermal cells (200×); 10. Abaxial epidermis of *Artabotrys hongkongensis*, showing the arrested stomata and the sinuate anticlinal walls of epidermal cells (140×); 11. Adaxial epidermis of *Miliusa cuneata*, showing the sinuate anticlinal walls and the crystals in the epidermal cells (100×); 12. Adaxial epidermis of *Mitrephora thorelii*, showing the sinuate anticlinal walls of epidermal cells and the crystals in the epidermal cells above the veins (200×); 13. Adaxial epidermis of *Miliusa prolifica*, showing the sinuate anticlinal walls and the crystals in the epidermal cells (100×); 14. Abaxial epidermis of *Goniothalamus griffithii*, showing peltate hair (arrowed) (140×); 15. Abaxial epidermis of *Alphonsea mollis*, showing uniseriate multicellular trichomes (40×).

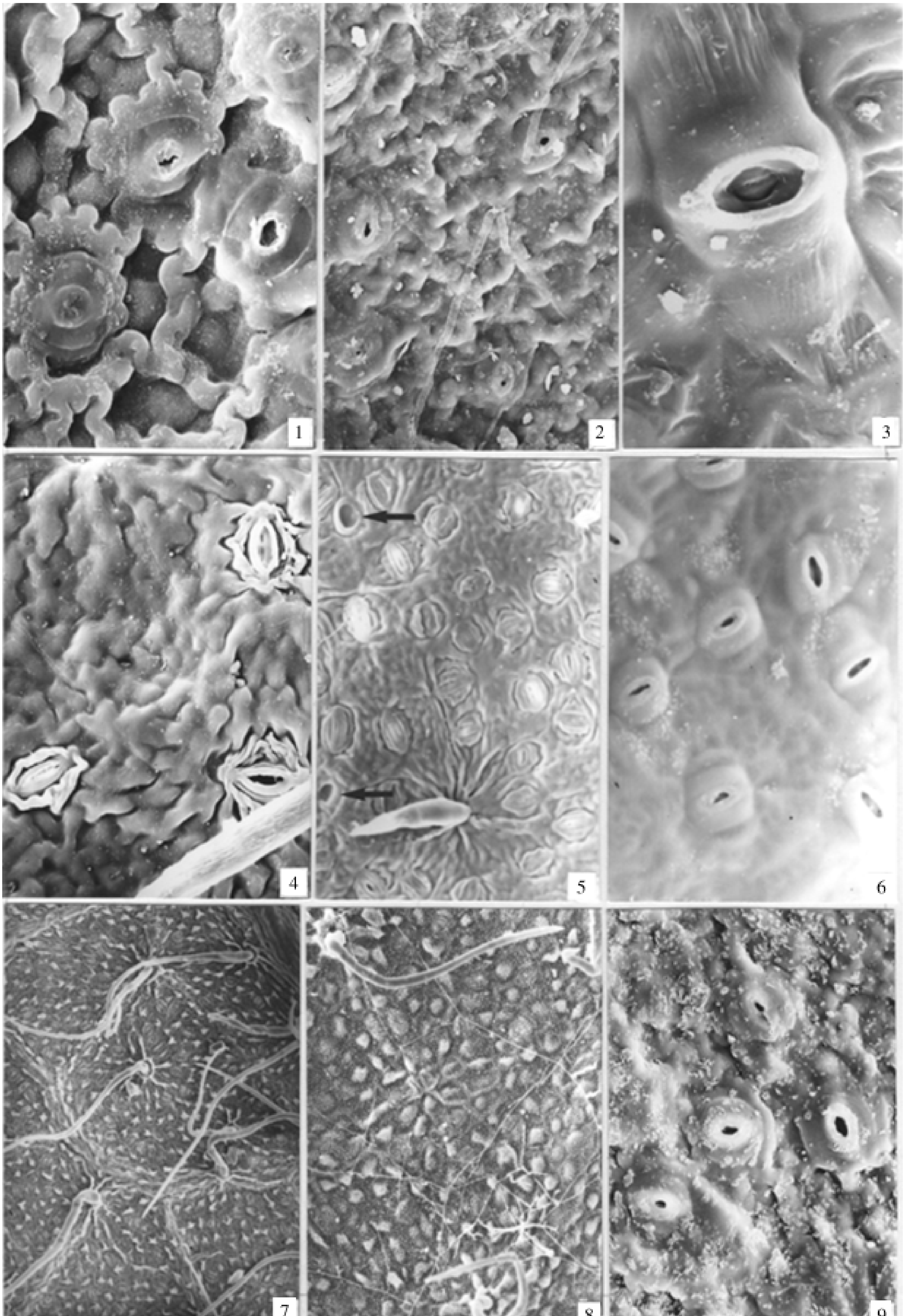
Plate Ⅴ: Transverse sections of leaves showing the inner structures and transverse sections through midrib of leaves showing the structures of vascular tissues 1. *Goniothalamus gabriacianus* (120×), 2. *Annona reticulata* (60×), 3. *Desmos dumosus* (60×), 4. *Cananga odorata* (40×), 5. *Goniothalamus donnaiensis* (40×), 6. *Fissistigma tientangense* (40×), 7. *Polyalthia rumphii* (40×), 8. *Miliusa sinensis* (50×), 9. *Popowia pisocarpa* (40×), 10. *Goniothalamus chinensis* (40×), 11. *Polyalthia consanguinea* (Arrow showing oil cell) (50×), 12. *Annona squamosa* (50×), 13. *Orophea entercarpa* (50×), 14. *Goniothalamus griffithii* (60×), 15. *Uvaria kweichowensis* (40×), 16. *U. grandiflora* (40×), 17. *Anaxagorea luzonensis* (50×), 18. *Polyalthia longifolia* (40×), 19. *P. suberosa* (50×), 20. *Artabotrys rhynchocarpus* (50×), 21. *Fissistigma tungfangense* (30×), 22. *Desmos chinensis* (50×), 23. *Pseuduvaria indochinensis* (50×), 24. *Desmos dumosus* (40×).

Plate Ⅵ: Transverse sections through midrib of leaves showing the structures of vascular tissues (40×) 1. *Orophea hirsuta*; 2. *Anaxagorea luzonensis*; 3. *Artabotrys rhynchocarpus*; 4. *Miliusa cuneata*; 5. *Popowia pisocarpa*; 6. *Uvaria grandiflora*; 7. *Annona squamosa*; 8. *A. cherimolia*; 9. *Meiogyne virgata*; 10. *Orophea hainanensis*; 11. *Fissistigma cavaleriei*; 12. *Miliusa velutina*.

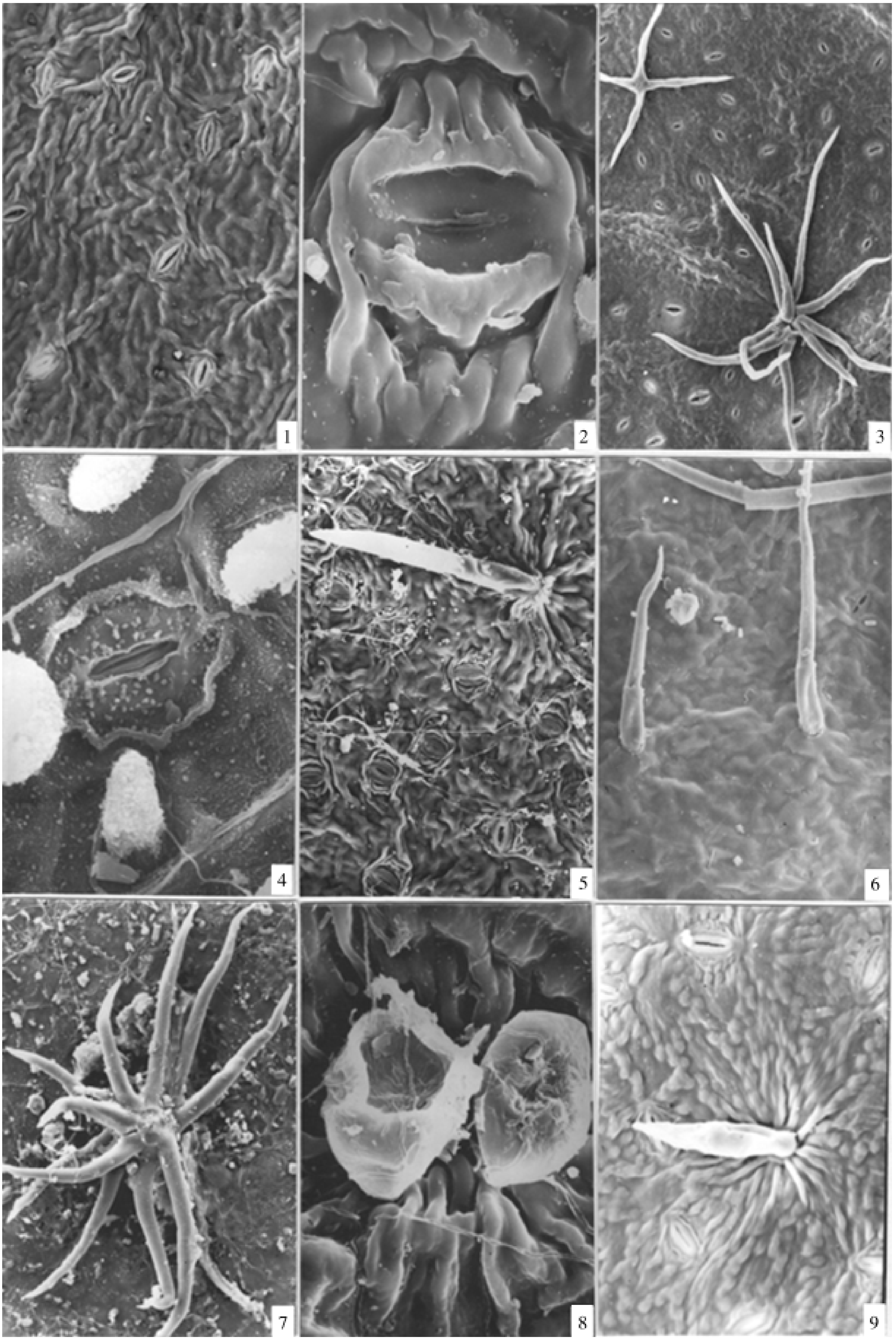
孙同兴等：图版 I SUN Tong-Xing *et al*.: Plate I



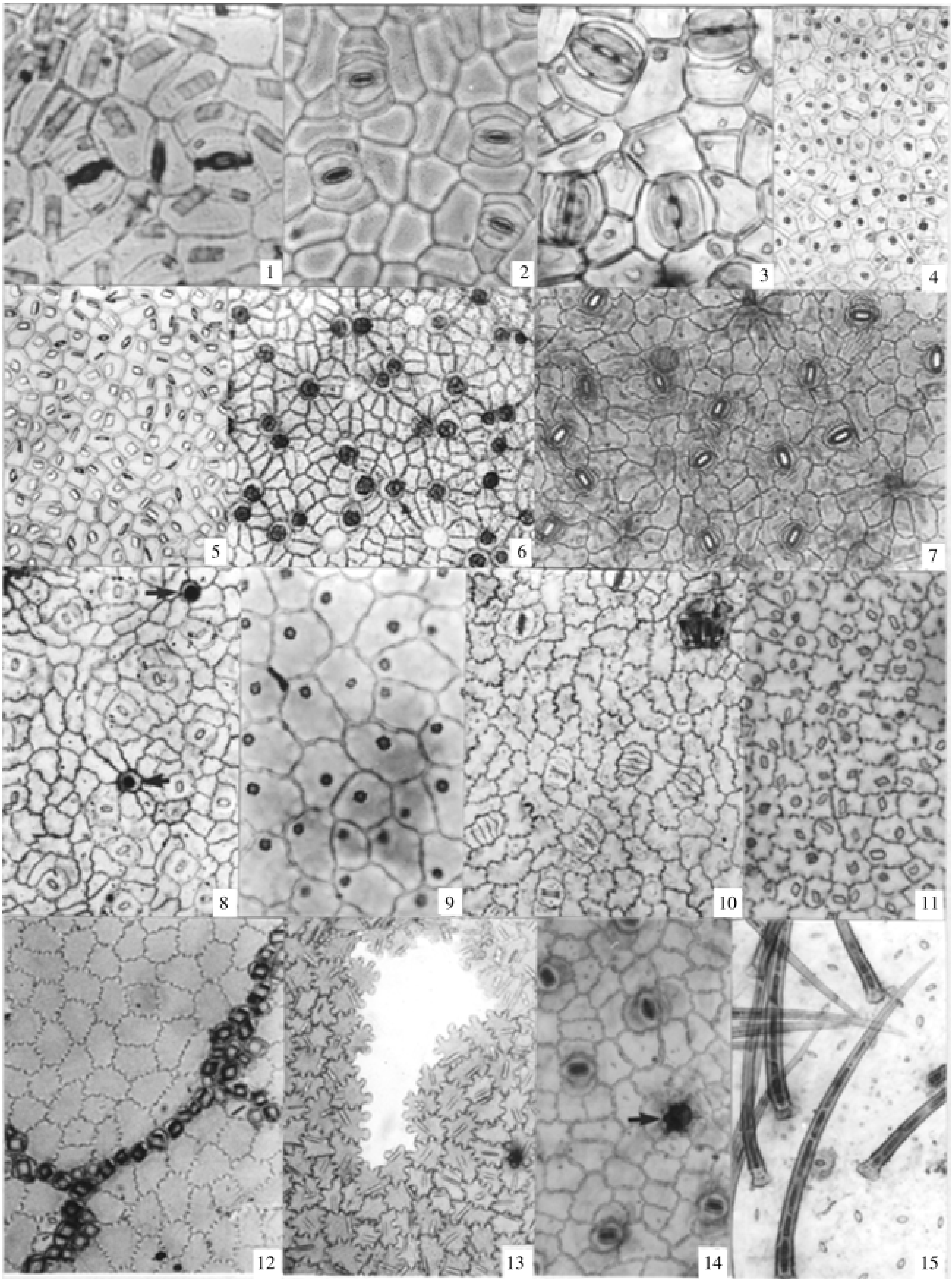
孙同兴等：图版 II　　SUN Tong-Xing *et al*.: Plate II



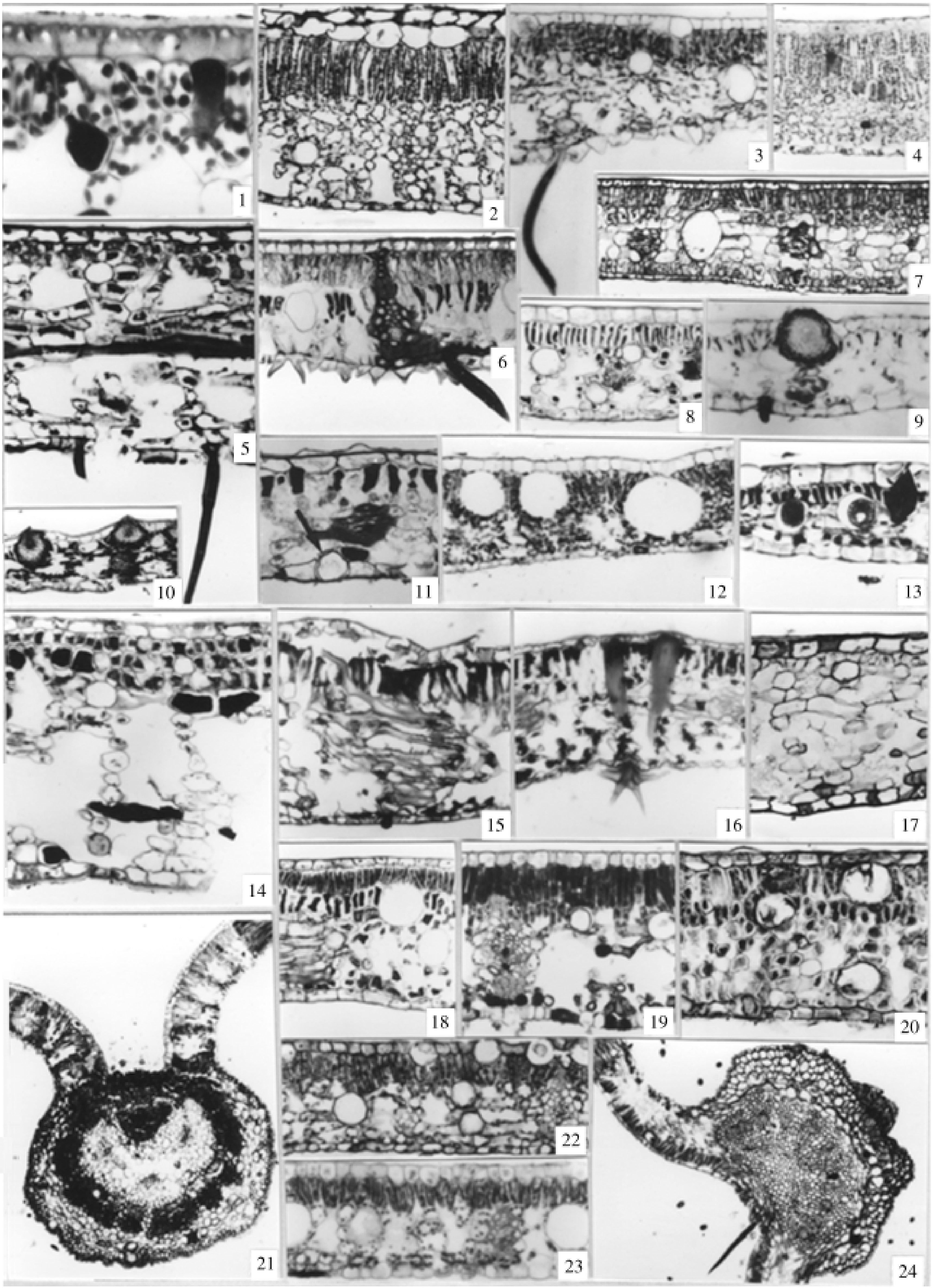
孙同兴等：图版Ⅲ SUN Tong-Xing *et al*.: Plate **Ⅲ**



孙同兴等：图版IV　　SUN Tong-Xing *et al*.: Plate IV



孙同兴等：图版V SUN Tong-Xing *et al*.: Plate V



孙同兴等：图版VI　　SUN Tong-Xing *et al*.: Plate **VI**

